

REALIDAD ESQUEMATIZADA. INTERPRETACIÓN DEL PAISAJE A TRAVÉS DE LOS HORIZONTES VISUALES. REDIAM

Daniel Romero-Romero¹, Andrés L Romero-Morato², Juan J Guerrero-Álvarez³, Luis Cuenca Montes⁴, Fernando Giménez de Azcárate-Fernández⁵, Francisco Cáceres-Clavero⁶, José M. Moreira-Madueño⁷.

¹ RqueR tecnología y sistemas SL – REDIAM, Cristo del Buen Fin 7, 41002, Sevilla, España. dromero@rquertys.es

² RqueR tecnología y sistemas SL – REDIAM, Cristo del Buen Fin 7, 41002, Sevilla, España. aromero@rquertys.es

³ Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía – REDIAM, Johan G. Gutenberg 1, 41092, Sevilla, España. jjguerrero@agenciamedioambienteyagua.es

⁴ Outboxcode SL - Avda. de Granada 39, Bloque 7, 23009, Jaén, España. luiscuenca@outboxcode.com

⁵ Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía – REDIAM, Johan G. Gutenberg 1, 41092, Sevilla, España.
fgimenezdeazcarate@agenciamedioambienteyagua.es

⁶ Viceconsejería de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía – REDIAM, Avenida de la Guardia Civil 1-Casa Rosa, 41071, Sevilla, España. francisco.caceres@juntadeandalucia.es

⁷ Viceconsejería de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía – REDIAM, Avenida de la Guardia Civil 1-Casa Rosa, 41071, Sevilla, España. josem.moreira@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Saber dónde nos encontramos, lo que nos rodea, un conocimiento que se relaciona con la pertenencia a un territorio dado, algo que en nuestra época de globalización no está siempre al alcance de todos.

En las últimas décadas el desarrollo de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) ha permitido no sólo representar la realidad según reglas que nos son comunes a todos, sino establecer propiedades y relaciones entre los elementos a través de los cuales se modeliza el territorio para generar sistemas que simulan los fenómenos más diversos: predicciones meteorológicas, inundaciones, migraciones de aves, etc.

El Sistema de Visibilidad de Andalucía (SVA) complementa esa faceta al reproducir lo que vemos, tal y como lo vemos, en lo que podemos denominar “mapas con los pies en el suelo”. La conversión ágil entre distintos sistemas de representación, uno altacimutal o subjetivo, que depende en enorme medida de la posición de observación, y otro cenital, u objetivo, común para un ámbito espacial amplio, se realiza a través de los procedimientos que proporciona este sistema.

Los ‘horizontes visuales’, parámetro definido en el SVA, serán puntos de alto valor para el trabajo que nos ocupa, puesto que trasladados -a través del parámetro de ‘altura angular’- a una proyección subjetiva, definen la geometría básica del territorio -su ‘esqueleto’- sobre la que se destacan los elementos del territorio mediante etiquetas textuales de forma que el usuario pueda confrontar de forma intuitiva, desde una situación cualquiera, su realidad visual con un esquema sintético divulgativo realizado ex profeso.

El objetivo es, pues, potenciar la experiencia paisajística del usuario, que reconocerá y podrá identificar cumbres, poblaciones y otros elementos de su interés, desde su situación en campo o cómodamente sentado en su sillón, accediendo al servicio a través del portal web (<http://laboratoriorediam.cica.es/drawscaping>) o de la app móvil.

Palabras clave: paisaje; mirador; relieve; interpretación; difusión; hitos.

ABSTRACT

Knowing where we are, what surrounds us, a knowledge that is related to belonging to a given territory, something that in the age of globalization is not always available to everyone.

In recent decades the development of Geographic Information Technology (TIG) has not only allowed to represent reality according to rules common to all of us, but to establish properties and relationships between the elements through which the territory is modeled, in order to generate systems that simulate the most diverse phenomena: weather forecasts, floods, bird migrations, etc.

The Visibility System of Andalusia (SVA) complements this facet to reproduce what we see, as we see it, what can be called "maps with their feet on the ground." The smooth conversion between different systems of representation, one altazimuth or subjective relaying on enormous extent on the viewing position, and other aerial or objective common to a wide spatial area, is achieved through procedures provided by this system.

The 'visual horizons', parameter defined in the SVA, will be points of high value to the work at hand, since these points are transferred through the parameter 'angular altitude' to a subjective projection, they define the basic geometry of the territory its 'skeleton', over which the elements of the territory are outlined by textual tags so the user will confront, intuitively and from any given position, its visual reality with a synthetic informational scheme done *ad hoc*.

The goal is therefore to enhance the landscape experience of the user, who will recognize and identify peaks, settlements and other elements of interest, from his position in the field or by sitting comfortably in his chair, accessing the service through the web portal (<http://laboratoriodiam.cica.es/drawscaping>) or the mobile app.

Keywords: landscape, viewpoint, topography, interpretation, dissemination, landmark.

1. INTRODUCCIÓN

Conocer lo que nos rodea ha sido siempre uno de los intereses del ser humano, por la ventaja que brinda el conocimiento del terreno que se pisa. Se relaciona generalmente con la pertenencia a un territorio dado: sólo los más viejos del lugar saben los nombres de cada arroyo, loma o paraje. Pero nuestro modo de vida actual no nos permite tener este contacto íntimo y cotidiano con la geografía. El ritmo acelerado, la hipermovilidad, en definitiva la -generalmente positiva- globalización en la que nos encontramos sumidos nos impide desarrollar la identidad territorial que es inherente a la especie.

La ciencia y la tecnología vienen ayudándonos a suplir esta deficiencia: en primer lugar, el desarrollo de las ciencias cartográficas, que ordenan y jerarquizan el conocimiento de los territorios. Posteriormente, la puesta a disposición del público general de este conocimiento con herramientas cada vez más sofisticadas y accesibles; últimamente la cartografía digital, apoyada en la tecnología GPS y que puede ser consultada desde dispositivos móviles, ha experimentado un auge considerable, viniendo a paliar -quizá parcialmente- la necesidad antes planteada.

Pero las técnicas de la representación cartográfica no son accesibles para todos los usuarios. Se requiere cierto entrenamiento para la correcta interpretación de los mapas clásicos y, por mucho que cada vez estemos más acostumbrados a la representación cenital del territorio, su relación con la realidad circundante (que percibimos en perspectiva) no es siempre inmediata, especialmente en entornos en los que las referencias espaciales no nos son accesibles, como en campo abierto.

El Sistema de Visibilidad de Andalucía (SVA), desarrollado recientemente en el seno de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), contiene conjuntos de datos que determinan cuantitativamente las relaciones visuales existentes o potenciales entre los distintos puntos del territorio andaluz. Entre estos datos se encuentran los llamados 'horizontes visuales', a través de los cuales se define la geometría básica del territorio. Además, define un conjunto de algoritmos que permiten trasladar de forma muy ágil eventos desde una proyección geográfica cenital a una proyección panorámica y viceversa, de forma que, fijando una localización y una altura de observación, puede representarse una imagen panorámica esquemática de tal y como sería percibida visualmente por un observador situado en el punto determinado.

Sobre esta imagen, y a través de los mismos algoritmos de reproyección, es posible situar etiquetas textuales divulgativas que nos indican los hitos del paisaje que nos son accesibles visualmente, desde una base de datos geográfica al uso.

Todo ello se pone a disposición del público a través de un servicio web, diseñándose un portal web y una aplicación móvil en un entorno que hemos venido en denominar de 'realidad esquematizada' (dada su capacidad de presentarnos el territorio de forma simplificada y con información asociada, y en oposición al

concepto de 'realidad aumentada'), que permite al usuario confrontar de forma fácil e intuitiva lo que percibe en una situación cualquiera con una imagen sintética, de forma que resulta sencillo trazar paralelismos con la realidad y reconocer estos elementos en campo, potenciándose la experiencia paisajística del usuario, que reconocerá y podrá identificar en campo cumbres, poblaciones y otros elementos de su interés, o quizá realizar un viaje virtual desde la comodidad de su sillón.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

La materia de la cuestión estudiada en este artículo tiene en la aplicación *PeakFinder* un referente de gran difusión pública. Su idea nace, como refleja su web, de la curiosidad de los amantes de la montaña en conocer e interpretar el territorio visible desde las cumbres. Usando diferentes Modelos Digitales del Terreno (SRTM-*Shuttle Radar Topography Mission* o el provisto desde el proyecto *View Finder Panoramas*- Jonhatan de Ferranti) y diversas bases de datos (*OSM-Open Street Maps*, *GeoBase*, *Bivouac* o *Geospatial Information Authority of Japan*) y a través de una aplicación Web y una APP móvil multiplataforma es capaz de 'dibujarnos' esquemáticamente imágenes altacimutales de 360° con diversas funcionalidades, que van desde la posibilidad de obtener los datos geográficos del lugar de la perspectiva a un buscador de picos, o establecer la apertura de nuestra ventana altacimutal. Sin embargo, la información puede ser confusa al no considerarse determinados efectos y fenómenos que impiden poder visualizar elementos a partir de cierta distancia.

Por otra parte, se encuentran los desarrollos realizados para el Sistema de Visibilidad de Andalucía (SVA); en particular el establecimientos de algoritmos ágiles para relacionar los puntos de una imagen altacimutal panorámica con los correspondientes en una proyección cenital (Gimenez de Azcarate *et al*, 2014), pudiendo con ello disponer de información digital georreferenciada en una proyección oblicua, sin necesidad de introducirla manualmente, con una precisión muy elevada.

También como parte del SVA se han desarrollado procedimientos para el cálculo de los horizontes visuales que, basados en la frecuencia con la que estos se repiten en un conjunto de puntos de muestreo, nos permiten la delimitación objetiva de unidades visuales autocontenidas, unas entidades cuya definición es difusa y que pueden definirse como ámbitos para los que el territorio visible es común: verdaderas cuencas visuales objetivas, puesto que no dependen de ningún punto de vista sino de la morfología del territorio. Estas unidades visuales pueden ser después caracterizadas por su contenido, pasando a ser unidades de paisaje homogéneas (Alcántara *et al*, 2014).

Utilizando procedimientos distintos, que se basan en la conversión de proyecciones esféricas (obtenidas a partir de un Modelo Digital de Elevaciones, DEM) en cilíndricas (reproyección) y en el desarrollo de algoritmos que permiten, por un lado, el alineamiento automático de fotografías georreferenciadas existentes con las imágenes procesadas desde un DEM (Bantz *et al*, 2012) y por otro, el posterior etiquetado semántico de imágenes, existen trabajos desarrollados para ámbitos montañosos (Chippendale *et al*, 2008; Baboud *et al*, 2011), con resultados exitosos. En este sentido, otros desarrollos que se basan en la identificación de horizontes a través del análisis de la imagen y su comparación con bancos de imágenes existentes (Liu y Su, 2013; Fedorov *et al*, 2013), ofrecen resultados similares: imágenes etiquetadas, generalmente contenidas en entornos alpinos, cuya aplicación principal reside en la difusión de contenidos digitales publicados.

3. ÁMBITO DE ESTUDIO O DE APLICACIÓN

El trabajo que aquí exponemos se enmarca en el conjunto de explotaciones asociadas al SVA, que se desarrolla en el seno de la REDIAM, estando por lo tanto su extensión limitada a la de la comunidad autónoma andaluza, siendo perfectamente factible su extensibilidad a cualquier ámbito para el que exista una cobertura de Modelo Digital de Elevaciones (DEM) de calidad y resolución suficiente.

Como en otras aplicaciones del SVA, es necesario contar con una distancia tampón asociada a la distancia máxima de visibilidad que, para la presente aplicación, se ha estimado en 50 km. Esto significa que para dar correcto servicio a cualquier punto de la comunidad autónoma hay que contar con datos altitudinales para el territorio que se extiendan en esta distancia sobre su límite. En este ámbito encontramos zonas del sur de

Portugal, del norte de Marruecos, y parte de las comunidades autónomas de Extremadura, Castilla-La Mancha y Murcia (Figura 1).

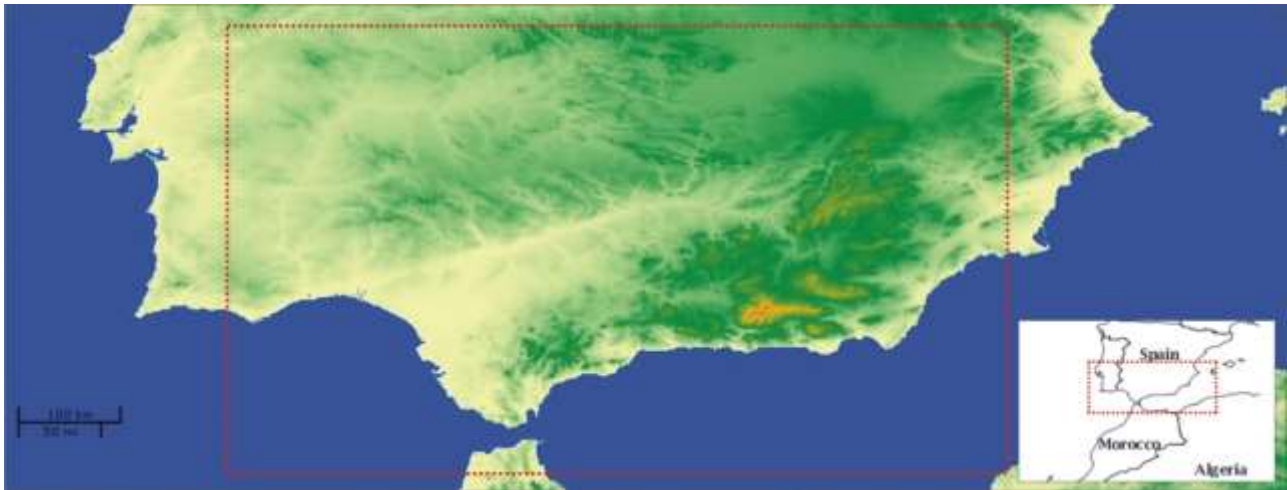


Figura 1. Modelo Digital de Elevaciones compuesto para este proyecto. Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

Este DEM se obtiene, para la parte de la extensión que corresponde a territorio español, a partir del producto MDT05, subproducto del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, del Ministerio de Fomento. Para el territorio emergido no nacional, se ha recurrido al *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Model Version 2 (GDEM V2)* accesible desde este portal de la NASA. Todo ello se ha compuesto armonizando las superficies de solape, sobre una base oceánica calculada a valor 0.

4. METODOLOGÍA

4.1 El SVA y los horizontes visuales

En un modelo de dos dimensiones, como el representado en la imagen de la izquierda de la figura 2, dadas una situación y una altura de observación, los puntos de horizonte son aquellos en los que se produce un cambio de 'visible' a 'no visible'. Esto se extiende a las tres dimensiones definiendo los horizontes visuales como los últimos -más distantes al observador- puntos visibles de cada grupo compacto de puntos visibles.

Los horizontes serán puntos de alto valor para el trabajo que se presenta, puesto que son elementos que, combinados con el parámetro de altitud y trasladados a una proyección subjetiva, definen la geometría básica del territorio. Además, son diferenciadores y delimitadores de planos de visión, por lo que jugarán un papel fundamental en la determinación de la precisión del dato del que antes se ha hablado (Figura 2).

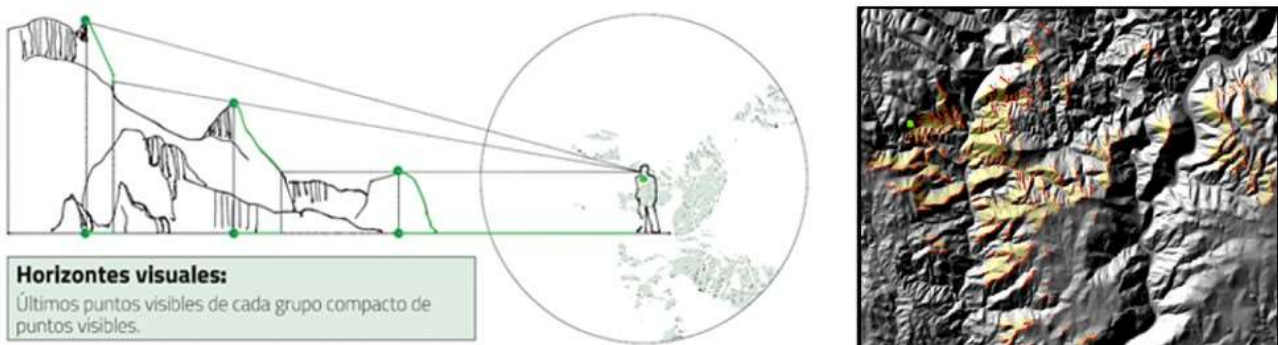


Figura 2. Parámetro de horizontes visuales. Fuente: Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

El SVA guarda un ráster para cada punto de la malla de observación de 100m x 100m, con la que cubre el territorio andaluz, la representación de cuáles son sus puntos de horizonte, es decir, qué puntos del territorio

cercano (hasta la distancia máxima de visibilidad) conforman horizonte en la imagen percibida por el observador. Para su composición se parte del cálculo de altura complementaria, a partir del cual se pueden derivar tantos rasters de visibilidad potencial como alturas de intervención queramos determinar, y una única solución efectiva que define qué localizaciones del territorio se ven y cuáles no, detectándose a través de un algoritmo cuáles son, desde el punto de vista del observador, los puntos visibles más lejanos de cada región visible. Estos serán los puntos que conforman los distintos horizontes visibles para cada posición de observación. Las que se muestran en las dos primeras ventanas de la figura 3 son visualizaciones ráster del modelo de eventos con el que trabajamos. Este modelo de eventos es también exportable a puntos en el plano XY, que podemos colorear, por ejemplo según su distancia al punto de observación.

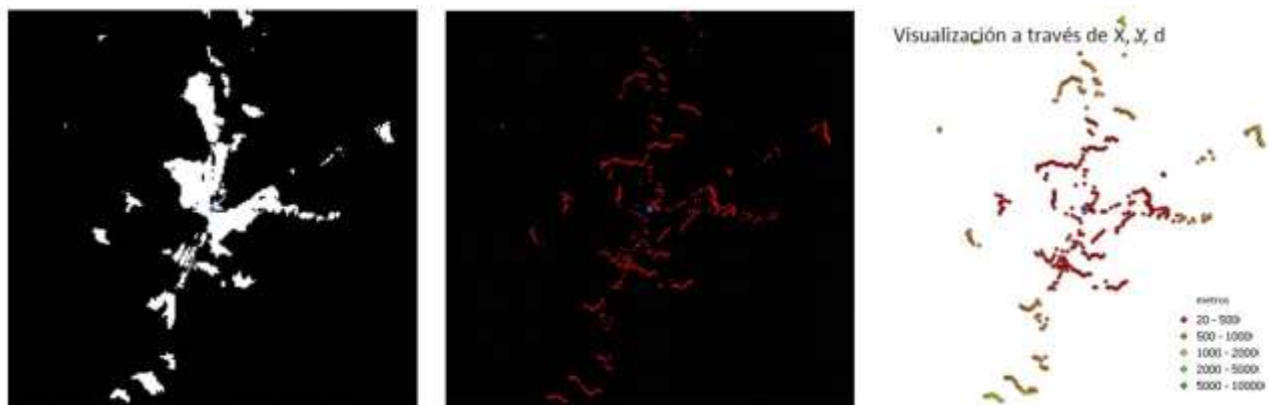


Figura 3. Comparativa de raster de áreas visibles, puntos de horizonte y clasificación de los mismos en función de la proximidad al observador. Fuente: Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

En el SVA cualquier punto visible -y los de horizonte los son- es representable, en vez de por sus valores XY, a través de sus valores de azimut y altitud, obteniendo esquemas o vistas altacimutales, en las que para cada punto contamos con unas coordenadas en un sistema de referencia cenital, que podemos utilizar para conseguir información adicional del mismo.

Es por ello que el SVA permite relacionar cada punto a través de su localización con su contenido temático, obteniéndose entonces información completa sobre cómo y qué se observa en cada lugar del ámbito territorial definido. La posibilidad de ofrecer esta representación, así como la funcionalidad de relacionar de forma inmediata y precisa localización con contenido, son características extra de un modelo de eventos, que el modelo puramente ráster no puede ofrecer (figura 4).



Figura 4. Los puntos visibles -como los de horizonte- se pueden trasladar a perspectiva subjetiva. Fuente: Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

4.2 El servicio de 'realidad esquematizada'

Como se avanzó en el apartado introductorio, los procedimientos que integran el SVA están diseñados para soportar una carga de cálculo muy superior a la implementada en el desarrollo de sus parámetros. Para esta aplicación, ello se ha traducido en la posibilidad de modificar sus bases de partida; podemos aumentar considerablemente la distancia máxima de visibilidad (hasta 50km), y realizar los cálculos al vuelo para cualquier punto de observación, sin tener que ceñirnos a la malla de 100 x 100 m, empleando un DEM adecuado a nuestros fines.

Dado que en una vista altacimutal los puntos visibles de una malla isótropa, como un DEM, que se encuentran situados en planos más lejanos se ven o perciben más juntos, y de cara a optimizar el tiempo de cálculo, se ha implementado un sistema de anillos, basado en que cada DEM en realidad está formado por cuatro 'parches' de distinta resolución o escalas diferentes, que encajan uno en el otro (figura 5). Así, y como se muestra en la figura, si la primera tiene un tamaño de píxel de 5 m y se corresponde con una extensión circular de 5km de radio con centro en el punto de observación, la segunda ha de tenerlo de 10 m, siendo una corona circular cuyo radio menor viene dado por el contiguo anterior (5km, que por tanto encaja en su agujero central) y 10 km de radio mayor, la tercera de 20 m de resolución de píxel y 20 km de radio mayor y 10 km de radio menor (para poder rellenar el centro de la arandela con las anteriores imágenes), y por último la cuarta de las imágenes, con una resolución de 50 m y un radio mayor de 50 km y 20 km de radio menor. Nótese que el tamaño en píxeles de cada uno de los cuatro DEMs se mantiene idéntico, facilitándose con ello la programación de las operaciones matriciales.

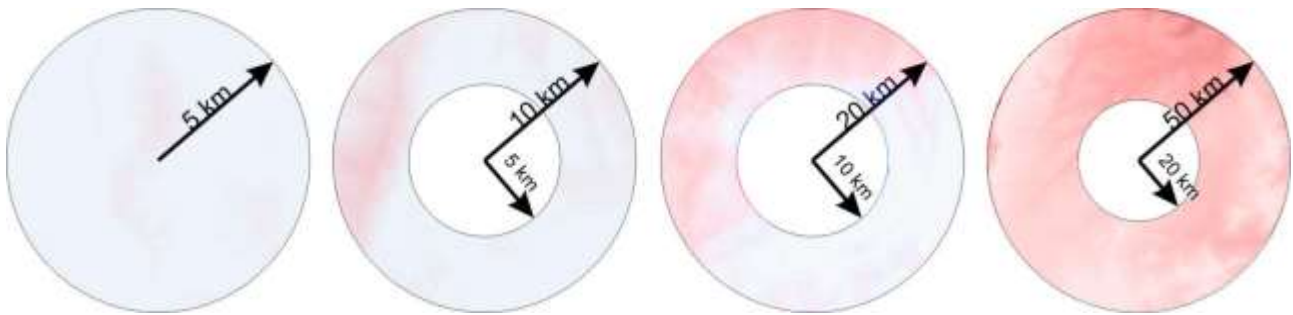


Figura 5. Construcción del DEM con distintas resoluciones asociado a un punto genérico. Fuente: Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

Para componer estos anillos se parte de un modelo binario del mismo DEM resampleado a distintas resoluciones, que se almacena en el servidor, siendo posible el acceso aleatorio a cada una de las posiciones del archivo, mejorándose tremendamente el desempeño.

Es posible ahora determinar, para cada uno de estos DEM, la visibilidad efectiva y, a partir de ésta, los puntos de horizonte, así como los raster de altitud angular que nos permiten la traslación ágil a un sistema altacimutal. Pero siguiendo esta sistemática sólo obtendremos una serie de puntos salpicados en nuestra panorámica; es necesario relacionarlos convenientemente a través de líneas que conformarán nuestras líneas de horizonte.

Para ello se realiza un análisis integral de los rasters de horizontes visuales, en el que cada píxel es estudiado respecto a sus vecinos interponiendo una ventana o kernel, a la manera que se suele hacer en ciertas operaciones de filtrado espacial o de convolución de imagen (Mehl y Peinado, 1997), que modifican cada píxel en función del valor de los cercanos. Si en estas el objetivo es reforzar o suavizar los contrastes espaciales existentes entre los valores de los píxeles, transformando estos para que se asemejen o se diferencien más a los píxeles vecinos, en nuestro caso lo que se hace es analizar y determinar, mediante un barrido completo de la imagen con un kernel de 5x5 píxeles, la distancia entre los píxeles del kernel que resultan ser de horizonte, dibujando en el espacio altacimutal de eventos, un conjunto de líneas de unión de puntos de horizonte siguiendo una proporcionalidad inversa entre la distancia medida en el kernel plano y la intensidad con la que se dibuja la línea.

Según lo anterior, la relación de proximidad geométrica de los píxeles calificados 'de horizonte' de cada kernel es traducida a líneas dibujadas en el espacio altacimutal de salida, cualificándose según una escala de grises

que permite aportar un matiz 'casi artístico, como hechas a lápiz' (figura 6). Estas tonalidades son finalmente modificadas según la distancia entre el observador y la línea, de forma que las líneas más lejanas se aclaran un poco, permitiendo diferenciar los distintos planos.

Finalmente, se componen los diferentes planos de visión, correspondientes a cada uno de los DEM anulares. Generalmente el encuentro entre ellos es satisfactorio, si bien en ciertas ocasiones, normalmente relacionadas con situaciones en las que un primer plano muy cercano ocluye otro muy lejano, pueden existir imprecisiones por exceso (solape) o defecto (ámbito en blanco).

De esta manera se obtienen vistas panorámicas construidas y calculadas a partir de los puntos de horizonte (horizontes visuales) y a solicitud de cualquier coordenada (x,y,z, siendo z la altura de observación sobre el terreno, no la geodésica), dentro del ámbito establecido.

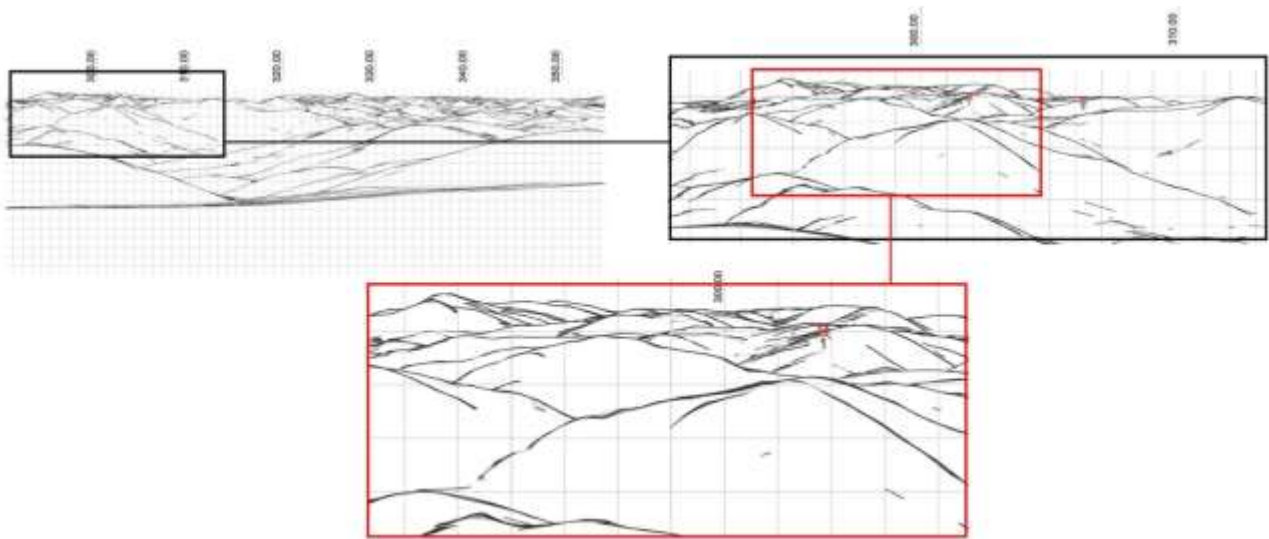


Figura 6. Ventana panorámica en distintos niveles de zoom que permiten ver como se dibujan las líneas entre los puntos de horizonte. Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

Estas imágenes, al estar georreferenciadas y calibradas, es decir, siendo posible conocer la situación de cada punto en ellas, nos permiten añadir información adicional asociada a la posición altimétrica de cualquiera de sus puntos. Así, ha sido posible aumentar la 'realidad esquematizada' con información relacionada con el territorio y traducida en un conjunto de hitos visuales representados y la toponimia asociada en la que se incluyen: un conjunto de datos de diversas fuentes, desde los provenientes de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, del Ministerio de Fomento, hasta datos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía y de la base de datos de *Open Street Maps*.

Superpuestas a la imagen de horizontes podremos encontrar las etiquetas que señalan los 'hitos visuales' que pueden verse desde la situación de observación (figura 7). Estos son definidos mediante una localización puntual y trasladados al espacio altimétrico aplicando los mismos procedimientos del SVA.

Por último, y como un acercamiento a la representación de datos de carácter extensivo o difuso, se ha realizado un 'mapa de ámbitos toponímicos' a partir de la información del MTN50 de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, del Ministerio de Fomento, trazando ámbitos para los topónimos más importantes, e incluyendo los 'hitos visuales' en aquellos ámbitos a los que pertenece, para después poder representar estos ámbitos difusos como agrupaciones de puntos. Los ámbitos toponímicos pueden superponerse o contenerse unos a otros.

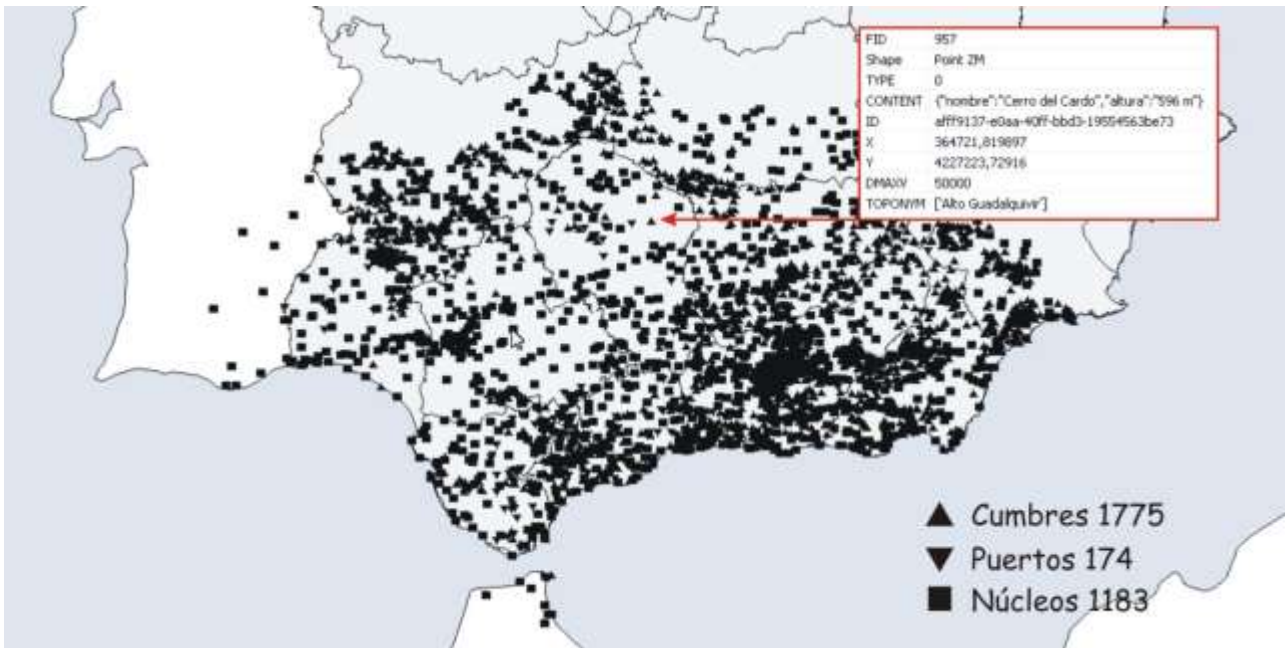


Figura 7. -Más de 3000 elementos son considerados 'hitos visuales' en el ámbito de nuestro interés. Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

4.3 Clientes de la 'Realidad esquematizada': portal web y app móvil

Con la implementación final del servicio en un lenguaje de programación de bajo nivel (C++) las operaciones de cálculo se reducen hasta 300 veces respecto a tentativas realizadas en Python, consiguiendo dibujar la imagen solicitada en aproximadamente tres segundos, lo cual nos ha permitido generar un sencillo entorno de visualización de los resultados metodológicos.

El esquema de peticiones es el que puede verse en la figura 8: el cliente realiza en primer lugar una petición a la base de datos, enviándole una localización espacial, a lo que la base de datos responde devolviendo todos los elementos situados a una distancia inferior a la máxima de visibilidad. Es entonces cuando se realiza una petición al servicio de 'realidad esquematizada', enviándole la situación y la información relevante sobre los hitos visuales, y como respuesta se recibe la imagen de líneas de horizontes y la información necesaria sobre la localización altacimutal de los hitos y su visibilidad potencial. Esta información es filtrada por el cliente, ordenada convenientemente y presentada en la interfaz.



Figura 8. -Esquema de comunicaciones entre cliente y servidor. Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

Partiendo de este esquema de servicio y de la base de datos de hitos visuales se desarrollan dos clientes con la idea de realizar una explotación óptima del recurso. El primero de ellos es un portal web (<http://laboratoriodiam.cica.es/drawscaping>) que, apoyándose en el API de Google Maps, ayuda a realizar las peticiones a la base de datos de hitos visuales y al propio servicio de Realidad Esquematizada. El segundo, una aplicación para dispositivos móviles Android, permite disfrutar de los contenidos con funcionalidades

propias de los dispositivos móviles. En este sentido es posible hacer peticiones del lugar donde nos encontramos gracias al posicionamiento GPS. Haciendo uso de otros sensores como el acelerómetro y la brújula podemos encuadrar la ventana percibida a través de la vista, facilitando la confrontación de la imagen con la realidad (figura. 9).



Figura 9. Recreación de APP móvil de 'realidad esquematizada'. Fuente: Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

En ambos clientes, a la imagen esquemática del paisaje se le superponen iconos representando los hitos visuales visibles, etiquetados de tal forma que se evite el solape o superposición, y con la posibilidad de realizar una agrupación según los ámbitos toponímicos difusos a los que cada punto pertenece.

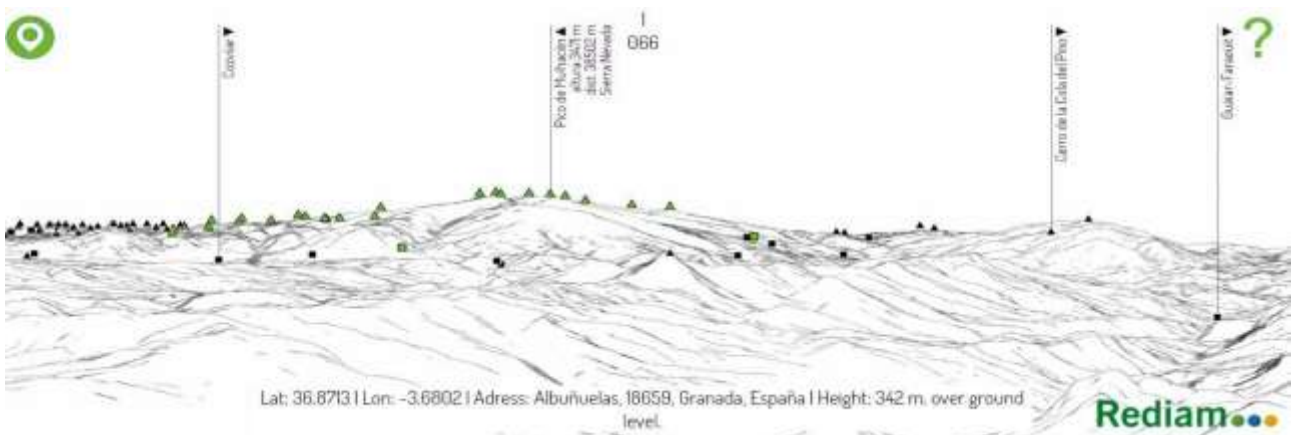


Figura 10. Visor web de la 'realidad esquematizada'. Obsérvese la gran cantidad de hitos visuales que se representan para este entorno concreto, y cómo pueden destacarse las agrupaciones que pertenezcan a un ámbito toponímico difuso (en el ejemplo, Sierra Nevada). Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

5. RESULTADOS

Como puede verse en la figura 11, lo que se genera es una imagen de la realidad que, a la manera de los paneles informativos que solemos encontrar en los miradores, nos sirva de guía o apoyo a la interpretación de los paisajes, pero haciéndolo extensivo a la totalidad del territorio, y dotándolo de cierto nivel de interactividad a través de las acciones permitidas en las etiquetas.

6. CONCLUSIONES

La 'realidad esquematizada' puede ser aumentada con cualquier tipo de información; en este sentido se acerca más al público general que las precedentes experiencias: podemos disponer de cualquier información en esta nueva interfaz, proporcionándole una orientación específica. Es interesante pensar que podemos introducir, por ejemplo, la relativa a la localización de arquitectura defensiva, o la relacionada con la situación de yacimientos arqueológicos, acercándonos a los intereses de potenciales clientes consumidores de paisaje.

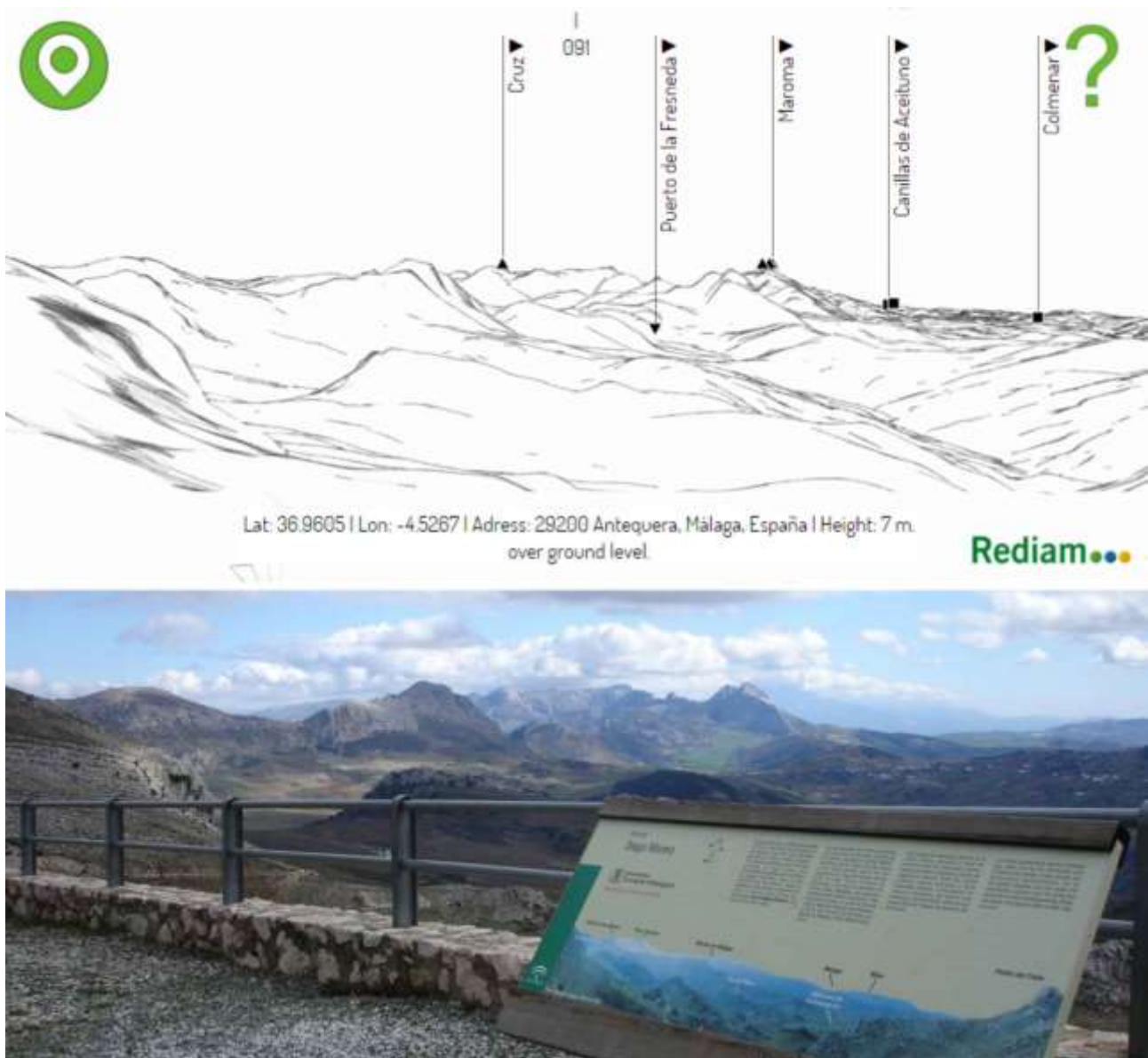


Figura 11.—Comparativa entre imagen esquematizada y realidad fotografiada. Elaboración propia en base a datos de REDIAM.

Por otro lado, algunas limitaciones de la misma vienen dadas por el encaje entre los DEM con diferentes resoluciones que, en contadas vistas, provocan efectos extraños de la imagen, traducidos en ausencia de líneas. Otras provienen de la distancia de visibilidad determinada: hemos entendido que 50 km es suficiente para la gran mayoría de los casos, pero nos encontramos situaciones en las que la regla se ve alterada por la prominencia de lo que se ve y las condiciones del territorio: Sierra Nevada es visible desde la Campiña de Córdoba, y la Sierra de Cádiz desde la Vega de Sevilla, pero este efecto no queda patente en el entorno desarrollado, al situarse más allá de la distancia máxima de visibilidad. También es necesario realizar mejoras como la introducción de líneas de costa o láminas de agua, que seguramente ayudarán en la interpretación desde determinados enclaves, como, por ejemplo, desde el océano.

Del mismo modo, algunas funcionalidades todavía quedan latentes, precisando cierto desarrollo para acabar de implementarse: por ejemplo, dada la resolución que ofrecen las imágenes, existe la posibilidad de realizar zoom sobre las mismas; también está por explotar convenientemente el modelo de datos desarrollado para los hitos visuales, que permitiría un filtrado más inteligente, basado en las preferencias del usuario, o un nivel de interactividad con las etiquetas mucho mayor.

7. BIBLIOGRAFÍA

Giménez de Azcárate, F., Romero, D., Guerrero, J.J., Ghislanzoni, M., Cuenca, L., Cáceres, F., Moreira, J.M. (2014): "Transformación de una representación cartográfica convencional en una imagen oblicua semejante a la percepción visual humana sobre el terreno: desarrollo de un visor de doble ventana mapa-panorama. REDIAM", en *Actas del XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>, pp. 504-515. Junio 2014, Alicante. XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica.

Alcántara, J., Romero, D., Romero, A., Ghislanzoni, M., Guerrero, J.J., Giménez de Azcárate, F., Cáceres, F., Moreira, J.M. (2014): "Obtención de horizontes visuales a partir del Sistema de Visibilidad de Andalucía (REDIAM) y su aplicación en la identificación de unidades de paisaje", en *Actas del XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>, pp. 302-312. Junio 2014, Alicante. XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica.

Baatz, G., Saurer, O., Köser, K., Pollefeys, M. (2012): "Large Scale Visual Geo-Localization of Images in Mountainous Terrain", en *ECCV 2, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 7573. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, pp. 517-530.

Chippendale, P. Zanin, M., and Andreatta C., (2008): "Spatial and temporal attractiveness analysis through geo-referenced photo alignment", en *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, vol. 2, pp. II-1116 –II-1119. Julio 2008, Boston (MA). IGARSS 2008.

Baboud, L., Cadik, M., Eisemann, E., Seidel, H.P. (2011): "Automatic Photo-to-terrain Alignment for the Annotation of Mountain Pictures", en *Proceedings of the 2011 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, (CVPR)*, pp. 41-48. Julio 2011, Richmond (VA). 2011 IEEE CVPR.

Liu, W.H. y Su, C.W. (2014): "Automatic peak recognition for mountain images", en Huang, Y.M., Chao, H.C., Deng, D.J. y Park, J. (Eds.): *Advanced Technologies, Embedded and Multimedia for Human-centric Computing*, vol. 260. Lecture Notes in Electrical Engineering. Dordrecht, Springer, pp. 1115-1121.

Fedorov, R., Fraternali, P. y Tagliasacchi, M. (2014): "Mountain Peak Identification in Visual Content Based on Coarse Digital Elevation Models", en *Proceedings of the 3rd ACM International Workshop on Multimedia Analysis for Ecological Data (MAED '14)*. New York (NY), ACM. Noviembre 2014, Orlando (FA). MAED '14.

Mehl, H y Peinado, O. (1997): "Fundamentos del procesamiento digital de imágenes", en Mehl H. y Mies E. (Eds.): *Aplicación de la teledetección y de los sistemas de información geográfica en la gestión de recursos naturales*. Zschortau (Alemania), Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE), pp. 63-101.